

Rainer Leonhart

Lehrbuch Statistik

Einstieg und Vertiefung

4., überarbeitete und erweiterte Auflage

unter Mitarbeit von
Angela Cho
Stephanie Lichtenberg
Katrin Schornstein
Jana Groß Ophoff

Inhaltsverzeichnis

I	Einführung	1
1	Über den Umgang mit Statistik	3
1.1	Statistik richtig lehren und lernen	3
1.2	Testergebnisse richtig interpretieren	6
1.3	Einfluss des Zufalls	8
1.4	Die Interpretation von Zusammenhängen	10
1.5	Darstellung statistischer Ergebnisse	12
1.6	Fehlinterpretation von Querschnittstudien	15
1.7	Lügen mit Statistik	16
1.8	Zusammenfassung	17
II	Deskriptive Statistik	19
2	Messen und Skalenniveau	21
2.1	Grundlagen deskriptiver Statistik	21
2.2	Messen	22
2.3	Definition des Skalenniveaus	30
2.4	Transformationen auf andere Skalenniveaus	33
2.5	Messfehler	37
2.6	Zusammenfassung	38
2.7	Aufgaben	38
3	Maße der Zentralen Tendenz und der Dispersion	41
3.1	Häufigkeiten und Kategorien	41
3.2	Maße der Zentralen Tendenz	48
3.3	Maße der Dispersion	56
3.4	Schiefe und Exzess einer Verteilung	69
3.5	Normalverteilung	72
3.6	Transformationen zur Standardisierung	74
3.7	Normierung und Normalisierung	78
3.8	Zusammenfassung	80
3.9	Aufgaben	80
4	Grafische Darstellungen	85
4.1	Allgemeine Anmerkungen zur Erstellung von Grafiken	85
4.2	Verschiedene Darstellungsformen	86
4.3	Zusammenfassung	97

4.4	Aufgaben	97
5	Vorbereitung von Daten für die statistische Analyse	99
5.1	Vorbereitung	99
5.2	Notwendigkeit von Datenkontrolle	100
5.3	Dateneingabe und Datenqualität	101
5.4	Deskriptive und grafische Analysen, Ausreißer und Extremwerte	103
5.5	Fehlende Werte	106
5.6	Überprüfung von Voraussetzungen statistischer Verfahren	115
5.7	Zusammenfassung	117
5.8	Aufgaben	117
III	Einfache inferenzstatistische Verfahren	119
6	Wahrscheinlichkeitstheorie	121
6.1	Grundlagen	121
6.2	Begriffserklärung	124
6.3	Mehrere Zufallseignisse	129
6.4	Kombinatorik	135
6.5	Wahrscheinlichkeitsfunktionen	140
6.6	Binomialverteilung	144
6.7	Poisson-Verteilung	147
6.8	Hypergeometrische Verteilung	148
6.9	Normalverteilung	149
6.10	χ^2 -Verteilung	149
6.11	t-Verteilung	151
6.12	F-Verteilung	152
6.13	Zusammenfassung	153
6.14	Aufgaben	153
7	Stichprobentheorie	157
7.1	Auswahlverfahren	157
7.2	Zufallsgesteuerte Auswahlverfahren	158
7.3	Nicht-zufallsgesteuerte Auswahlverfahren	161
7.4	Allgemeines lineares Modell	162
7.5	Schätzungen von Parametern	166
7.6	Schätzung bei qualitativen Merkmalen	169
7.7	Schätzung bei quantitativen Merkmalen	170
7.8	Allgemeines zum Standardfehler	172
7.9	Signifikanzprüfung	173
7.10	Zusammenfassung	175
7.11	Aufgaben	175
8	Einführung in die inferenzstatistische Hypothesenprüfung	177
8.1	Hypothesen	179
8.2	α -Niveau	184

8.3	Ein- oder zweiseitige Testung	187
8.4	Fehler beim Hypothesentesten	188
8.5	Beeinflussung des β -Fehlers	192
8.6	Effektgrößenberechnung für einfache Verfahren für Intervalldaten	199
8.7	Effektgrößen und Stichprobenumfang	202
8.8	Optimaler Stichprobenumfang	205
8.9	Inferenzstatistische Prüfverfahren der zentralen Tendenz	207
8.10	Zusammenfassung	208
8.11	Aufgaben	209
9	Einfache parametrische Testverfahren	211
9.1	Ein Überblick über die parametrischen Testverfahren	212
9.2	z-Test	213
9.3	t-Test für eine Stichprobe	215
9.4	t-Test für abhängige Stichproben	217
9.5	Prüfung auf Varianzhomogenität bei unabhängigen Stichproben	220
9.6	t-Test für homogene Varianzen	222
9.7	t-Test für heterogene Varianzen	224
9.8	Zusammenfassung	227
9.9	Aufgaben	227
10	Nicht-parametrische Testverfahren	229
10.1	Binomial-Test	230
10.2	χ^2 -Test	232
10.3	McNemar-Test	236
10.4	Q-Test von Cochran	238
10.5	Mediantest	241
10.6	U-Test von Mann-Whitney	244
10.7	Vorzeichentest	247
10.8	Vorzeichenrangtest von Wilcoxon	248
10.9	H-Test von Kruskal & Wallis	251
10.10	Friedman-Test	253
10.11	Kolmogorov-Smirnow-Test	256
10.12	Theoretischer Hintergrund der nicht-parametrischen Testverfahren	257
10.13	Zusammenfassung	258
10.14	Aufgaben	259
IV	Korrelation und Regression	261
11	Produkt-Moment-Korrelation	263
11.1	Varianzadditionssatz	263
11.2	Kovarianz	265
11.3	Korrelation	267
11.4	Determinationskoeffizient	273
11.5	Mittelwerte von Korrelationen	274
11.6	Signifikanztest für Korrelationskoeffizienten	276

11.7	Konfidenzintervalle für Korrelationskoeffizienten	278
11.8	Gleichheit von zwei Korrelationen	279
11.9	Zusammenfassung	281
11.10	Aufgaben	281
12	Weitere Korrelationskoeffizienten	283
12.1	Überblick über die Korrelationskoeffizienten	283
12.2	Spearman's Rangkorrelation	286
12.3	Kendalls τ	289
12.4	Punktseriale Korrelation	292
12.5	Biseriale Korrelation	293
12.6	Biseriale Rangkorrelation	295
12.7	Punkt-tetrachorische Korrelation (ϕ -Koeffizient)	299
12.8	Tetrachorische Korrelation	301
12.9	Polychorische Korrelation	303
12.10	Odds Ratio und Yules Y	303
12.11	v -Koeffizient	305
12.12	Kontingenzkoeffizient CC	306
12.13	Cramér's Index	308
12.14	Zusammenfassung	309
12.15	Aufgaben	310
13	Lineare Regression	313
13.1	Kausale Zusammenhänge	313
13.2	Herleitung der Regressionsgleichung	315
13.3	Güte der Vorhersage	320
13.4	Kreuzvalidierung	324
13.5	Regressionseffekt	326
13.6	Einengung der Streubreite	326
13.7	Zusammenfassung	327
13.8	Aufgaben	328
14	Multiple Korrelation und Multiple Regression	329
14.1	Partialkorrelation $r_{xy.z}$	330
14.2	Semipartialkorrelation $r_{x(y.z)}$	332
14.3	Multiple Korrelation	334
14.4	Verschiedene Formen korrelativer Zusammenhänge	335
14.5	Multiple Regression	339
14.6	Strategien bei der Multiplen Regression	346
14.7	F-Test bei Multipler Korrelation und Regression	349
14.8	Mediatoranalyse	351
14.9	Moderatoranalyse	353
14.10	Zusammenfassung	370
14.11	Aufgaben	371
15	Logistische Regression	373
15.1	Anwendung	373
15.2	Regressionsgleichung	374

15.3	Interpretation des Regressionskoeffizienten	377
15.4	Güte der Vorhersage	378
15.5	Zusammenfassung	380
15.6	Aufgaben	381
V	Varianzanalyse	383
16	Einfaktorielle Varianzanalyse mit festen Effekten	385
16.1	Überblick über die Varianzanalyse	385
16.2	Anwendung	389
16.3	Modell I: Feste Effekte	396
16.4	Hypothesen	404
16.5	Quadratsummenzerlegung	405
16.6	Mittlere Quadratsummen	407
16.7	F-Test	409
16.8	Kontraste	417
16.9	Post-hoc-Tests	423
16.10	Zusammenfassung	428
16.11	Aufgaben	429
17	Zweifaktorielle Varianzanalyse mit festen Effekten	433
17.1	Zweifaktorielle Versuchspläne	434
17.2	Effekte bei der zweifaktoriellen Varianzanalyse	435
17.3	Hypothesen	439
17.4	Quadratsummenzerlegung	439
17.5	Mittlere Abweichungsquadrate	440
17.6	F-Tests	444
17.7	Interaktionsformen	444
17.8	Kontraste	456
17.9	Post-hoc-Tests	459
17.10	Drei- und mehrfaktorielle Varianzanalysen	461
17.11	Zusammenfassung	463
17.12	Aufgaben	463
18	Varianzanalyse mit festen und zufälligen Effekten	467
18.1	Einfaktorielle Varianzanalyse mit zufälligen Effekten	467
18.2	Zweifaktorielle Varianzanalyse mit zufälligen Effekten	473
18.3	Zweifaktorielle Varianzanalyse mit gemischten Effekten	478
18.4	Dreifaktorielle Varianzanalysen	486
18.5	Zusammenfassung	492
18.6	Aufgaben	492
19	Varianzanalyse mit Messwiederholungen	495
19.1	Einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen	495
19.2	Zweifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen	512
19.3	Dreifaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung	543

19.4 Zusammenfassung	546
19.5 Aufgaben	546
20 Kovarianzanalyse	547
20.1 Anwendung	547
20.2 Bildhafte Vorstellung	550
20.3 Zusammenfassung	564
20.4 Aufgaben	564
21 Vertiefung der Varianzanalyse	565
21.1 Mehr Theorie zur Varianzanalyse	565
21.2 Problematik von Effektgrößen bei Varianzanalysen	573
21.3 Multivariate Varianzanalyse	576
21.4 Nested Designs	578
21.5 Lateinische Quadrate	584
21.6 Zusammenfassung	586
VI Weitere multivariate Analysemethoden	587
22 Überblick über weitere Multivariate Verfahren	589
22.1 Allgemeines	589
22.2 Überblick	590
22.3 Zusammenfassung	594
23 Faktorenanalyse	595
23.1 Fragestellung und Überblick	595
23.2 Explorative und konfirmatorische Faktorenanalyse	597
23.3 Inhaltlicher Ablauf einer Faktorenanalyse	598
23.4 Mathematische Grundlagen	602
23.5 Zusammenfassung	616
23.6 Aufgaben	617
24 Clusteranalyse	619
24.1 Fragestellung und Überblick	619
24.2 Inhaltlicher Ablauf	620
24.3 Mathematische Grundlagen	621
24.4 Zusammenfassung	632
24.5 Aufgaben	633
25 Strukturgleichungsmodelle	635
25.1 Fragestellung und Überblick	635
25.2 Inhaltlicher Ablauf	636
25.3 Mathematische Grundlagen	643
25.4 Zusammenfassung	646
25.5 Aufgaben	647

26 Diskriminanzanalyse	649
26.1 Fragestellung und Überblick	649
26.2 Inhaltlicher Ablauf	650
26.3 Mathematische Grundlagen	651
26.4 Zusammenfassung	658
26.5 Aufgaben	658
27 Conjoint-Analyse	659
27.1 Fragestellung und Überblick	659
27.2 Inhaltlicher Ablauf	659
27.3 Mathematische Grundlagen	660
27.4 Zusammenfassung	663
27.5 Aufgaben	663
28 Multidimensionale Skalierung	665
28.1 Fragestellung und Überblick	665
28.2 Inhaltlicher Ablauf	666
28.3 Mathematische Grundlagen	667
28.4 Zusammenfassung	671
28.5 Aufgaben	671
29 Noch mehr Multivariate Verfahren	673
29.1 Kanonische Korrelation	673
29.2 Zeitreihenanalyse	676
29.3 Kontingenzanalyse	682
29.4 Neuronale Netze	684
29.5 Zusammenfassung	685
VII Fehlende Werte, Statistikprogramme und Epilog	687
30 Umgang mit fehlenden Werten	689
30.1 Grundlagen	689
30.2 Typen von fehlenden Werten	692
30.3 Ersetzung fehlender Werte	695
30.4 Moderne Verfahren	698
30.5 Vermeidung von und Umgang mit fehlenden Werten	705
30.6 Zusammenfassung	707
31 Verschiedene Statistikprogramme	709
31.1 Standardsoftware	709
31.2 Spezielle Programme	715
31.3 Zusammenfassung	718
32 Studiendurchführung und Ergebnisdarstellung	719
32.1 Methodik	719
32.2 Ergebnisse	725
32.3 Statistische Analyse	725

32.4 Diskussion	729
32.5 Formales zur Ergebnisdarstellung	730
32.6 Allgemeine Richtlinien zur Erstellung eines wissenschaftlichen Texts	732
32.7 Zusammenfassung	735
VIII Anhang	737
A Mathematische Grundlagen	739
A.1 Das Rechnen mit dem Summenzeichen Σ	739
A.2 Matrizenrechnung	742
A.3 Erwartungswerte	746
A.4 Zusammenfassung	752
A.5 Aufgaben	752
B Zeichenerklärung und Tabellen	755
C Lösungen der Übungsaufgaben	789
Literaturverzeichnis	825
Index	829